

(Aus dem anatomischen Laboratorium zu Bonn.)

## Ueber den Mechanismus der Fettresorption.

Von

**Otto Wiemer**, cand. med.

Durch gemeinschaftliche Thätigkeit der Galle und des pancreatischen Saftes erfahren die neutralen Fette eine zweifache Umwandlung: sie werden in die Form einer sehr feinkörnigen haltbaren Emulsion übergeführt und unter Wasseraufnahme in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren gespalten; letztere verbinden sich mit den alkalischen Bestandtheilen des Darminhaltes zu Seifen. Der Verseifungsprozess tritt jedoch in seiner physiologischen Bedeutung der Emulsionirung der Fette gegenüber stark zurück und ist, wie es scheint, nur insofern von Einfluss auf den Vorgang der Fettresorption, als durch ihn die emulsive Vertheilung der neutralen Fette beschleunigt wird<sup>1)</sup>. Allerdings trifft man nach der Nahrungsaufnahme geringe Quantitäten verseifter Fette im Pfortaderblut sowohl, wie im Ductus thoracicus an; allein der sichere Nachweis eines Ueberganges von Spuren der Fettseifen durch die Darmcapillaren in das Blut der Pfortader lässt sich schon aus dem Grunde schwer erbringen, weil unzweifelhaft immer geringe Quantitäten von Seifen im Blute in wechselnder Menge anzutreffen sind. Ferner vollzieht sich die Verseifung im Darmrohre sehr langsam, so dass sie für die Fettresorption auch aus diesem Grunde von untergeordnetem Werthe erscheinen muss.

Der bei Weitem grösste Theil der genossenen Fette gelangt somit wahrscheinlich chemisch unverändert, jedoch im Zustande äusserst feinkörniger Emulsion zur Resorption. Und in der That

---

1) E. Brücke, Ueber die physiologische Bedeutung der theilweisen Zerlegung der Fette im Dünndarm. Sitzungsber. der Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 61, Abth. II, 1870.

ergiebt die Untersuchung des Chylus, dass neben minimalen Mengen von Seifen sich nur unverseiftes Fett in ihm vorfindet. Es kann hiernach nicht bestritten werden, dass vom Darne aus ein Uebergang der neutralen Fette durch die Epithelialdecke der Zotten in das centrale Chylusgefäss derselben stattfindet. Allein der eigentliche Mechanismus dieser Ueberführung war bisher Gegenstand zahlreicher Diskussionen und ist auch zur Zeit noch nicht völlig aufgeklärt.

Während nämlich die Aufnahme der verdauten Proteide in Form leicht diffundirbarer Peptone, sowie die der gelösten Kohlehydrate wenn auch freilich nicht in ausreichender Weise, nach den mechanischen Principien der Osmose verständlich wird, genügt für unveränderte, genuine Eiweisskörper, die schwer diffundirbaren Producte der proteolytischen Verdauung und vor Allem die unzerlegten neutralen Fette, die Wirkung der Osmose nicht, um den Uebergang dieser Stoffe in die Blutcapillaren, beziehungsweise Chylusgefässe zu erklären. Auch der Druck, den die peristaltischen Bewegungen auf die Darmcontenta ausüben, in Verbindung mit Contraktionen der als Saugapparat wirkenden Zotten, reicht nicht aus, um etwa eine Filtration der Fettkügelchen durch das Protoplasma der Zotten in das Chylusgefäss wahrscheinlich oder auch nur möglich zu machen.

Da sonach die Resorption der Fette durch die einfachen Wirkungen physikalischer Kräfte nicht zu Stande kommt, musste es darauf ankommen, in der Darmwand Strukturverhältnisse aufzufinden, welche uns einen energischen Uebergang der Fette aus dem Darmrohr in die Chylusgefässe begreiflich finden lassen. Allein die vielfachen Bestrebungen, durch Erforschung der histologischen Structur der Dünndarmzotten die Wege des Fettes zu ermitteln, haben bei den grossen Schwierigkeiten, welche diese Untersuchungen bieten, noch nicht die wünschenswerthe Klarheit in den Process der Fettresorption gebracht.

In einer der jüngsten Arbeiten über diesen Gegenstand bezeichnet Th. Zawarykin <sup>1)</sup> die Lymphzellen der adenoiden Substanz der Zotten als die Träger der Fettresorption, indem diese das im Zustande feinkörniger Emulsion befindliche Fett aus dem Darmrohr auffangen und durch die Cylinderepithelien, das sub-

---

1) Zawarykin, Ueber die Fettresorption im Dünndarm. Dies Arch. Bd. XXX, 1883.

epitheliale Endothel und das Zottenparenchym hindurch in die centralen Chylusgefäße führen sollen.

Bei der principiellen Wichtigkeit, welche eine endgültige Entscheidung des nach so verschiedenen Richtungen hin interpretirten Mechanismus der Fettresorption hat, musste es von Werth sein, zu ermitteln, ob die Lymphzellen in der That die physiologische Bedeutung für den Resorptionsvorgang haben, welche Zawarykin denselben zuschreibt. Auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. M. Nussbaum stellte ich daher eine Reihe von Experimenten und Untersuchungen an, welche über die Beziehung der Lymphzellen zur Fettresorption Licht verschaffen sollten.

Vor Beschreibung der Versuche möge jedoch eine kurze Skizze der historischen Entwicklung, welche unsere Kenntnisse über die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut durchmachten, sowie eine Auseinandersetzung der Zawarykin'schen und der dieser nahestehenden Watney'schen Fettresorptionstheorie eingeschaltet werden.

## I.

### Aeltere Resorptionstheorien.

#### a. Struktur der Epithelschicht.

Zur Aufhellung der Wege, welche das Fett vom Darm aus durch das Epithel in die tiefer liegenden Schichten verfolgt, wurden nach Entdeckung des epithelialen Ueberzuges durch Henle<sup>1)</sup> die ersten nennenswerthen Versuche gemacht durch Gruby und Delafond<sup>2)</sup>, welche für die Epithelzellen eine nach dem Darmlumen zu liegende, bald offene, bald mehr oder weniger geschlossene

---

1) Henle, *Symbolae ad anatomiam villor. intestin. etc.* Berol. 1837.

2) *Comptes rendus hebdom. des séances de l'Acad. des sciences. Paris.* T. 16 du 5 Juin 1843. Die wichtigsten Thesen in dieser Arbeit lauten:

Chaque cellule d'épithélium est pourvue d'une cavité dont l'ouverture externe est parfois béante, et d'autrefois plus au moins exactement fermé.

A la surface des épithéliums des villosités de l'intestin grêle du chien, existent des corps vibratils, non encore décrits, dont la fonction est peut-être de déplacer, quand il est nécessaire, le chyle brut qui est en contact avec les épithéliums.

Oeffnung annahmen und auch für den entgegengesetzten Theil derselben eine solche voraussetzten, wenngleich sie letztere nicht zu beobachten vermochten.

• Im Anschluss an diese Beobachtung vertrat Brücke<sup>1)</sup>, gestützt auf die physiologische Thatsache des Uebergangs neutraler Fette in die Epithelzellen, sowie die Ergebnisse seiner unmittelbaren mikroskopischen Beobachtung, mit Bestimmtheit die Ansicht, dass die Fettkörnchen bei ihrem Eintritt in die Cylinderepithelien keine dieselben verschliessenden Membranen anträfen, sondern eine weiche protoplasmatische Masse, durch welche sie leicht nach den mehr central gelegenen Parthien der Zotte gelangen könnten. Brücke sagt sich damit los von der alten Annahme, dass die Zelle stets von einer allseitig geschlossenen Membran umgrenzt sei, und glaubt zugleich die Widersprüche zu vermeiden, in die man sich verwickelt bei der Voraussetzung, dass die Cylinderzellen gegen die Darmhöhle hin durch eine feste, homogene Membran geschlossen seien.

Demgegenüber machten Funke<sup>2)</sup> und Kölliker<sup>3)</sup> die Wahrnehmung, dass die Epithelzellen der Dünndarmzotten an ihrem freien, an die Darmhöhle anstossenden Rande eine verdickte Membran, den „Basalsaum“ mit feiner radiärer Streifung trügen. Diese Streifen deutete Kölliker als feine Porenkanäle und brachte sie in direkte Beziehung zur Fettaufnahme, indem er glaubt, dass das Fett in so feinen Moleculen resorbirt würde, dass dieselben durch die fraglichen Kanälchen hindurchdringen könnten.<sup>4)</sup>

Was Kölliker für verdickten, porösen Basalsaum der Cylinderepithelien erklärte, bezeichneten Brettauer und Steinach<sup>5)</sup> als

1) Brücke, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. VI. 1854.

2) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie von Siebold und Kölliker, Bd. VII, 1855, p. 315 seqq.

3) Verhandlungen der physikal.-med. Gesellsch. zu Würzburg Bd. VI.

4) Analoge Strukturverhältnisse beobachtete Kölliker auch anderweitig; z. B. an Epidermiszellen der Frösche und des Störs, an den Epithelialplättchen der Cardiahälfte des Magens der Mäuse, an den porösen Eihüllen bei Tänien, Holothurien, Insekten u. s. f. Er formulirte die physiologische Bedeutung der Porenkanälchen in Zellmembranen im Allgemeinen dahin, dass sie zur Stoffaufnahme und -Abgabe durch die Zellen in Beziehung stehen, dieselben erleichtern und begünstigen.

5) Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1857, Bd. XXIII.

ein Aggregat pallisadenartig nebeneinander angeordneter prismatischer Protoplaststäbchen, welche, mit dem Zellinhalte in enger Verbindung stehend, bei nüchternen Thieren weit aus der Zelle herausragen, während der Verdauung und Resorption dagegen um mehr als die Hälfte kürzer und ohne die erwähnte charakteristische Zusammensetzung erscheinen. Diese am Darmepithel beobachtete Struktur vermochte auch Heidenhain <sup>1)</sup> in überraschender Deutlichkeit wiederzufinden und auch er spricht sich dahin aus, dass der Zellinhalt mit der unzweifelhaft selbstständigen seitlichen Zellwand in nur lockerem Zusammenhange stehe.

Die stäbchenförmigen, aus jeder Epithelzelle hervorragenden Fortsätze, wie sie von Brettauer und Steinach an frischen Dünndarmzotten beschrieben wurden, sah L. v. Thanhoffer <sup>2)</sup> an frischen Dünndarmzotten der Frösche in lebhafter Bewegung abwechselnd aus den Zellen hervorspringen und sich in dieselben zurückziehen. Diese Fortsätze erklärt Th. als „flimmerhaarähnliche Fortsetzungen des starrflüssigen Zellinhaltes“ und bringt sie zum Fettresorptionsvorgang in enge Beziehung, indem dieselben zwischen sie gelangte Fettkörnchen ergreifen und in das Innere der Epithelzellen befördern sollen. Auch hält Th. es für wahrscheinlich, dass durch die Galle, sowie die verdauten Fette und den alkalisch reagirenden Darminhalt die Bewegung der Protoplasmafortsätze und damit die Resorption der Fette beschleunigt werde. Mit Th. erklärt auch Fortunatow <sup>3)</sup> die Streifung des Basalsaumes der Zotten für den optischen Ausdruck protoplasmatischer Fortsätze.

In Uebereinstimmung mit diesen Angaben konnte Wiedersheim <sup>4)</sup> am Darne von *Spelerpes fuscus*, sowie von jungen Haifischexemplaren, dasselbe Phänomen beobachten; er constatirte, dass das Protoplasma am Rande einzelner Zotten in aktiver amöboïder Bewegung begriffen war, und dass an den faserartigen Fortsätzen

---

1) Heidenhain, Die Absorptionswege des Fettes. In Moleschott's Unters. z. Naturl. des Menschen und der Thiere. 1858. Bd. IV.

2) L. v. Thanhoffer, Beiträge zur Fettresorption und histologischen Struktur der Dünndarmzotten. Dies Archiv Bd. VIII, 1874.

3) Dies Archiv Bd. XIV, 1877.

4) Wiedersheim, Ueber die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut. Festschr. d. 56. Vers. d. Naturf. u. Aerzte zu Freiburg i. Br. 1883.

sich langsam Formveränderungen vollzogen. W. sieht hierin einen der — genealogisch gesprochen — zuerst bei Protozoen und Coelenteraten wahrgenommenen intracellulären Nahrungsaufnahme analogen Vorgang und fasst die amöboide Bewegung der Epithelzellen als ein „uraltetes Erbstück von den niedersten Wirbellosen her“ auf.

#### b. Weg des Fettes im subepithelialen Gewebe.

Wenn nun auch im Allgemeinen der Anfangstheil des Weges, den das Fett bei seiner Resorption verfolgt, nach der Ansicht der meisten Forscher als feststehend und in dem Protoplasma der Epithelzellen als gegeben zu betrachten ist, so sind damit doch die Schwierigkeiten, welche sich dem Verständniss der Fettresorption entgegenstellen, nur zum kleinen Theile als beseitigt anzusehen: die Strecke vom unteren Ende der Cylinderepithelien bis zum centralen Chylusgefäß hat bisher einer definitiven Aufhellung ungeachtet zahlreicher Bemühungen getrotzt. Schon Gruby und Delafond (loc. cit.) sprechen sich, ohne ihre Vermuthungen auf unmittelbare Anschauung zu stützen, dahin aus, dass die Epithelzellen an ihrem spitzen Ende feine Oeffnungen besäßen, welche den Fetttröpfchen den Austritt aus dem Epithel in das Innere der Zotten gestatteten. Diese Annahme adoptirt aus theoretischen Gründen auch Brücke (loc. cit.), gleichfalls ohne durch das Mikroskop objektiven Aufschluss über die hypothetischen Oeffnungen erhalten zu haben. Br. stellt sich vor, dass die Epithelzellen einer intermediären, sie vom Zottenparenchym abgrenzenden Membran aufsitzen und sich mit einer offenen Spitze in dieselbe einsenken. Auch diese, der *membrana propria* der Drüsen analoge, strukturlose Auskleidungsmembran vermochte Br. nicht zu isoliren.

Ueber den Ursprung der Chylusgefäße giebt Brücke an, dass sie ein dendritisch verzweigtes Gefäßssystem darstellen, welches in den feineren Ramificationen seine selbstständigen Wandungen verliert und mit interstitiellen Gewebsräumen, die sich zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen und in den Zotten befinden, in offene Verbindung tritt. Innerhalb der Zotten nimmt er keine eigentlichen Chylusgefäße an: der Chylus ergiesst sich vielmehr in die freien interstitiellen Bindegewebsräume, um von Chylusgefäßen mit selbstständiger Wandung aufgenommen zu werden.

Demgegenüber enthalten die Zotten nach Donders <sup>1)</sup> ein centrales, mit eigener Wandung versehenes Lymphgefäß; v. Leydig <sup>2)</sup> spricht ferner die Ansicht aus, dass die Chylusgefäße im Grundgewebe der Zotten „durch verzweigte Hohlräume des Bindegewebes“ dargestellt würden. Diese Bindegewebslücken hält Leydig für bleibend und vorgebildet.

Heidenhain, der (loc. cit) dem Bau des subepithelialen Gewebes der Zotten besondere Aufmerksamkeit widmet, weist in diesem ein Canalsystem präformirter Fettstrassen nach. Aehnlich den Fortsätzen der Ganglienzellen besitzen, wie H. zeigte, die Epithelzellen an ihrem, an das Zottenparenchym stossenden Ende kürzere oder längere Ausläufer, welche manchmal kernhaltige Anschwellungen zeigen und mit den Bindegewebszellen im Schleimhautstroma anastomosiren sollen. Das Fett verfolgt nun durch die im subepithelialen Gewebe liegenden hohlen Fortsätze der Epithelzellen seinen Weg durch die Bindegewebszellen und deren Ausläufer bis in das centrale Chylusgefäß. H. hat allerdings ebenso wenig den directen Zusammenhang zwischen Epithelzellen und Bindegewebskörperchen gesehen, wie er eine Einmündung der Ausläufer der letzteren in das Chylusgefäß nachzuweisen im Stande war. Diese Verbindungen glaubt jedoch Eimer <sup>3)</sup> erforscht und den thatsächlichen, von Heidenhain nur vermutheten Zusammenhang nachgewiesen zu haben. Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch v. Thanhoffner, während Erdmann <sup>4)</sup> die Existenz präformirter Wege in Abrede stellt und jeglichen Zusammenhang zwischen Epithelzellen und Bindegewebskörperchen leugnet. Letzterer vertritt die Ansicht, dass das Fett in Form eines feinen Nebels resorbiert würde; die bei der mikroskopischen Beobachtung auftretenden Fetttröpfchen seien eine postmortale Erscheinung. Ebenso verwirft Dönitz <sup>5)</sup> jede Form von präformirten Resorptionswegen.

---

1) Lehrbuch der Physiologie; übersetzt von Theile.

2) Lehrb. der Histologie.

3) Eimer, Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 48, 1869.

4) Erdmann, Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms. Inaug.-Dissert. Dorpat 1867.

5) Dönitz, Ueber die Schleimhaut des Darmkanals. Arch. f. Anat. und Phys. 1864.

## II.

**Die Fettresorptionstheorien von Zawarykin und Watney.**

Die angeführten kurzen historischen Bemerkungen zeigen hinlänglich, dass die Erforschung der Struktur der Dünndarmzotten und der Wege des Fettes in ihnen die divergirendsten Resultate lieferte und noch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten ist. Ueberhaupt wird die physiologische Erklärung der Fettresorption so lange auf Schwierigkeiten stossen, als über den anatomischen Bau der Darmwand unentschiedene Controversen obwalten. Umso mehr verdient eine Fettresorptionstheorie entschiedene Beachtung, welche diese Contraversen vermeidet und in einfacher, plausibler Weise den Uebergang der Fette aus dem Darmrohr in das centrale Chylusgefäß der Zotten verständlich macht. Ich meine die schon oben berührte neue Beobachtung Zawarykin's, nach der „die Kräfte, welche das Fett aus dem Darmlumen fangen und dieselben weiter befördern, in den Lymphzellen der adenoïden Substanz der Darmzotten gegeben“ sind.

Z. trifft die Lymphzellen oder Leucocyten in allen Theilen der Zotte an. Im epithelialen Ueberzug der Zotten liegen sie zwischen Cylinder- und Becherzellen in verschiedener Menge in allen möglichen Zonen vom subepithelialen Endothel bis dicht an den Basalsaum heran. Dabei zeigen sie die mannichfaltigsten Formverschiedenheiten, strecken nach einer oder mehreren Seiten bald längere, bald kürzere protoplasmatische Fortsätze aus: ein Zeichen, dass sie vor ihrer Fixirung durch Ueberosmiumsäure in lebhafter amöboïder Bewegung begriffen waren.

Die amöboïde Beweglichkeit der Leucocyten hat nach Z. einen doppelten Zweck: einmal soll sie eine Durchwanderung derselben durch die Cylinderepithelien in verschiedenen Richtungen ermöglichen, dann aber auch die Aufnahme von Fettmolekülen aus dem Darmrohre erklären. Manchmal will Z. beobachtet haben, wie sie mit einem Theile ihres Leibes über den Basalrand hinaus-treten. Immer schicken sie zwischen die Epithelien einen Fortsatz, in welchen die Fettmoleküle durch die Thätigkeit der cilienartigen Fortsätze des Protoplasmas der Epithelzellen befördert werden. Haben sie sich hinreichend mit Fetttheilchen gefüllt, so treten sie mit dem gesammelten Fett ihre Wanderung durch das subepitheliale Endothel in das Zottenparenchym und den centralen Chylus-



raum an. Gleichzeitig strömen neben diesen fetthaltigen Leucocyten die fettfreien nach dem Epithel zu, um sich daselbst von Neuem mit Fettmaterial zu versorgen.

Z. hat die fetthaltigen Lymphzellen weiterhin in den Lieberkühnschen Krypten zwischen deren Epithel gesehen, ferner im Blute der im Zottenparenchym und der Submucosa verlaufenden Arterien und Venen, wo sie als fetthaltige weisse Blutkörperchen auftreten, sowie im lockeren, faserigen Bindegewebe der Submucosa. Als besonders thätige Organe bei der Fettresorption bezeichnet Z. die Follikel der Peyer'schen Plaques; daselbst kommen die Fetttröpfchen in grossen Conglomeraten vor, welche einem Complex mehrerer Lymphzellen zu entsprechen scheinen und als Riesenlymphzellen bezeichnet werden könnten. Vor Allem aber zeigt das Cylinder-epithel der Peyer'schen Follikel auffallende Verhältnisse: hier treten die Leucocyten in grossen Nestern auf und scheinen durch ihre kolossale Menge Metamorphosen in den Cylinderepithelien hervorzurufen.

Auf den ersten Blick scheint diese von Zawarykin gegebene Theorie in hohem Grade geeignet, eine endgültige Lösung des Problems der Fettresorption in ansprechender und ungezwungener Weise zu geben: wir finden in ihr befriedigende Auskunft nicht allein über den Weg, den das Fett aus dem Darne durch die Epitheldecke der Zotte nimmt, sondern auch über die Bahnen, welche es bis zum centralen Chylusgefäss hin einschlägt, deren Klarstellung trotz der Anstrengungen namhafter Forscher immer noch keine vollständige und unangefochtene ist. Eine Prüfung der Beziehungen zwischen Lymphzellen und Fettresorption muss daher umsomehr von Interesse sein, als das Vorkommen von Lymphzellen in der Darmwandung schon von anderen Autoren beobachtet worden ist, und sich andererseits in der Litteratur vereinzelt Angaben finden, nach denen andere Elemente, als die Epithelzellen, bei der Resorption der Fette in Betracht kommen.

Dass im reticulären Bindegewebe des Zottenparenchyms sowohl, wie in den Epithelzellen der Darmzotten, mit Lymphzellen identische Elemente auftreten, ist eine schon lange bekannte Thatsache: Rindfleisch<sup>1)</sup> erwähnt das Vorkommen rundlicher Zellen

1) Rindfleisch. Inwiefern und auf welche Weise gestattet der Bau der verschiedenen Schleimhäute den Durchgang von Blutkörperchen etc. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 22. 1861.

in den tieferen Schichten des Epitheliallagers, welche von Weber <sup>1)</sup> als junge, unentwickelte, zum Ersatz der abgestorbenen bestimmte Epithelzellen aufgefasst, von Eberth <sup>2)</sup> hingegen mit Schleim- und Lymphkörperchen identificirt werden. Aehnliches beobachtete Lipsky <sup>3)</sup> zwischen den Basen resp. Spitzen der einfachen epithelialen Zellreihen.

Arnstein <sup>4)</sup> gewahrte, dass die im Epithelialstratum auftretenden Lymphzellen während des Resorptionsaktes regelmässig Fett aufnahmen und zurückbehielten. Für die Frage nach dem Mechanismus der Fettresorption sucht A. die lymphatischen Zellen jedoch nicht weiter zu verwerthen; es kommt für ihn nur darauf an, dass die in das Epithelialstratum eingewanderten Zellen zum Theil zwischen den Epithelien in das Darmlumen austreten, zum Theil von den Cylinderzellen aufgenommen werden. Letzteres führt A. an als Beleg für die Annahme, dass den Cylinderepithelien die vielbesprochene Basalmembran nicht zukomme.

Bezüglich der Resorptionsfrage geht auch Stöhr <sup>5)</sup> nicht weiter: Stöhr weist eine massenhafte Durchwanderung lymphöider Zellen durch das Epithel nicht nur der solitären und conglobirten Drüsen des Darmes, sondern auch der Tonsillen, Balgdrüsen, sowie der Drüsen der Bronchialschleimhaut nach und findet, dass sich die Wanderzellen zwischen den Epithelzellen durchschieben; diese selbst sind von ihnen nicht durchsetzt. Ob Hunger oder Verdauungszustände Einfluss auf die Durchwanderung haben, lässt St. unentschieden, noch weniger sucht er in der angeführten Arbeit eine direkte Beziehung der lymphöiden Zellen zur Fettresorption aufzudecken.

Während die genannten Autoren keine Wechselbeziehung zwischen Lymphzellen und Fettresorption annehmen, stehen auf-

1) Weber, Ueber den Mechanismus der Einsaugung des Speisesaftes etc. Müllers Archiv 1847.

2) Eberth, Ueber den feineren Bau der Darmschleimhaut. Würzb. naturw. Zeitschr. 1864, Bd. V.

3) Lipsky, Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues des Darmkanals. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 55. 1867.

4) Arnstein, Ueber Becherzellen und ihre Beziehung zur Fettresorption und Sekretion. Virch. Arch. f. path. Anat. Bd. 39. 1867.

5) Stöhr, Ueber die peripheren Lymphdrüsen. Vortr. geh. in der 11. Sitzung d. phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. 19. Mai 1883.

fallender Weise die bereits im Jahre 1876 veröffentlichten Beobachtungen Watney's<sup>1)</sup> der Zawarykin'schen Ansicht über den Vorgang der Fettresorption sehr nahe. W. findet, dass das Fett durch ein Netzwerk aus protoplasmatischer Substanz seinen Weg durch die Epitheldecke in die Lymph- und wahrscheinlich auch in die Blutgefässe verfolgt. Dies Netzwerk gleicht dem, welches sich in den Follikeln der Peyer'schen Plaques findet. Auch in dem epithelialen Ueberzuge weist W. ein netzförmiges Gerüst nach, in dessen Maschen Lymphzellen, „lymph corpuscles“ eingelagert sind. Diese Lymphkörperchen können nach W. so massenhaft auftreten, dass sie die Epithelzellen, wenigstens in den unteren Parthien, wo sie manchmal in mehreren Lagen erscheinen sollen, zu verdrängen scheinen. An Zerzupfungspräparaten vermochte W. den Nachweis zu führen, dass die in der Epitheldecke vorkommenden Lymphkörperchen nicht in der Substanz der Epithelzellen liegen, sondern sich zwischen ihnen befinden; an den von den Lymphzellen eingenommenen Stellen zeigen die Epithelzellen entsprechende Vertiefungen. — Bei Thieren, die, während die Fettresorption in Gang war, getödtet wurden, fanden sich in Schnitten senkrecht zur Längsachse der Cylinderzellen die Fettkügelchen in Reihen zwischen den Epithelzellen angeordnet, während Querschnitte der letzteren sich frei von ihnen erwiesen. An Schnitten, die der Axe der Zotte parallel gelegt wurden, konnte W. dieselben Verhältnisse, wenn auch unter grösseren Schwierigkeiten beobachten. In manchen Fällen war eine sichere Entscheidung darüber, ob das Fett in den Epithelzellen, oder zwischen ihnen in den Fortsätzen des Maschenwerks liegt, durch Druck auf das Deckglas und Hin- und Herschieben desselben zu ermöglichen, und es liess sich dann darthun, dass das Fett reihenförmige Anordnung an den Rändern der Epithelzellen zeigte. Diese Beobachtungen führten W. zu dem Schluss, dass das fein vertheilte Fett durch das protoplasmatische Netzwerk zwischen den Epithelzellen eindringt; für die Annahme, dass es durch letztere selbst absorbirt wird, fand W. keine genügenden Anhaltspunkte. — Endlich betont W., dass die Absorption nicht durch einfach mechanische Kräfte zu Stande kommt — Nachdrängen von Chylusmasse, Contraktion der Zotten —, son-

---

1) H. Watney, The Minute Anatomy of the Alimentary Canal. Philosophic. Transact. of the Royal Society. Vol. 166. 1876. p. 451 seq.

dern dass das Netzwerk selbst aktiven Antheil an dem Process nimmt.

Es kann wohl kaum einem begründeten Zweifel unterliegen, dass Zawarykin und Watney analoge anatomische Verhältnisse in den Darmzotten gefunden und den lymphoïden Elementen dieselbe physiologische Bedeutung für die Fettresorption beigelegt haben. Beide Forscher kommen zu dem übereinstimmenden Resultate, dass den Epithelzellen jede wesentliche Betheiligung an der Entfernung der Fette aus dem Darmrohre abzusprechen sei. Z. schliesst sie jedoch insofern nicht ganz vom Resorptionsakte aus, als er an sehr feinen, die Dicke einer Zelle lange nicht erreichenden Längsschnitten durch die Cylinder die Beobachtung machte, „dass die Basalsäume der je zwei benachbarten Cylinder „sich gegenseitig nicht berühren, sondern zwischen ihnen ein leerer „Raum in der Form eines ausgezogenen, mit der Basis zum Darm- „lumen hin gerichteten Dreiecks übrig bleibt, wohin die Fettmoleküle „sich einsenken und wo sie wirklich fast immer gefunden werden. „Diese Stellen scheinen die Ausgangspunkte für die Fettresorption „zu sein.“ — Weiteren Aufschluss über das Verhalten der Zotten-epithelzellen giebt Zawarykin nicht.

Durch ihre, ausschliesslich die Lymphzellen als die bei der Fettresorption funktionirenden Organe ansprechenden Theorien stellen sich beide Forscher in Gegensatz zu der fast allgemein herrschenden Ansicht, dass die Epithelzellen selbst den Anfangstheil der Fettstrassen darstellen. In der Litteratur begegnen wir nur ganz vereinzelt Angaben, denen zufolge wir in anderen Gebilden, als in den Cylinderepithelien, die Träger der Fettresorption zu erblicken haben. In dieser Hinsicht verdient besonders die s. Z. vielbesprochene Theorie Letzerichs<sup>1)</sup> Erwähnung; derselbe beschreibt als die einzigen Organe der physiologischen Fettresorption zwischen den Epithelzellen gelegene, birnförmige, kernlose Gebilde, die er „Vacuolen“ nennt und welche durch verzweigte und mit einander anastomosirende Fortsätze mit dem Chylusgefäss der Zotte communiciren sollen. Das Auftreten von Fettmolekeln in den Epithelien wird nach L. überhaupt nur dann beobachtet, wenn unnatürlich grosse Fettmengen verfüttert worden sind, wodurch in

---

1) Letzerich, Ueber die Resorption der verdauten Nährstoffe im Dünndarm. Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. 37, 1866.

den Zellen ein pathologischer Zustand hervorgerufen werden soll. Nach den Untersuchungen von Eimer<sup>1)</sup> und Fries<sup>2)</sup> haben jedoch die mit den Vacuolen zu identificirenden Becherzellen nur die Bedeutung von Sekretionszellen, welche den Epithelien die resorbirende Thätigkeit ermöglichen und erleichtern sollen.

Erdmann lässt (loc. cit.) das Fett gleichfalls seinen Weg zunächst nicht durch die Epithelzellen selbst nehmen, sondern durch eine dieselben verbindende Kittsubstanz.

Eimer<sup>3)</sup> endlich fand an feinen Längsschnitten von Zotten der Fledermäuse und Ratten zwischen je zwei Cylinderzellen eine Reihe von feinsten Fettkörnchen; einen Erklärungsversuch dieser Thatsache giebt E. jedoch nicht, ohne damit die Möglichkeit einer Existenz besonderer Wege für das Fett zwischen den Epithelzellen von der Hand zu weisen.

Von diesen wenigen Angaben abgesehen, tritt das Fett bei seiner Resorption nach der allgemeinen Anschauung der Forscher zunächst in die Substanz der Epithelzellen ein.

### III.

#### Eigene Untersuchungen.

Die Theorie, dass die Lymphkörperchen als die bei der Ueberführung der Fette allein funktionirenden Organe zu betrachten sind, giebt eine a priori durchaus verständliche Erklärung des Mechanismus der Fettresorption.

Während nämlich bei höheren Thieren gewisse, als „Gewebe“ bezeichnete Gruppen von Zellen nach dem Princip der physiologischen Arbeitstheilung durch bestimmte Grundeigenschaften ihres Protoplasmas von anderen morphologischen Körpertheilen differenzirt sind, zeigen die in mancher Hinsicht den einzelligen Organismen der Amöben vergleichbaren Lymphzellen eine Summe von fundamentalen Lebenseigenschaften. Sie besitzen die Eigenschaften der Contraktilität, Irritabilität, chemischen Um-

---

1) Virchow's Archiv Bd. 38, 1867.

2) Fries, Ueber die Fettresorption und die Entstehung der Becherzellen, Virchow's Archiv Bd. 40 B. 1867.

3) l. c. p. 150; nebst Anmerkung (Bd. 48).

setzungsfähigkeit und Reproductionskraft; diese geben ihnen die Fähigkeit, Bewegungen auszuführen, auf einwirkende Reize zu reagiren, Substanzen in ihr Inneres aufzunehmen und sich durch Theilung zu vermehren <sup>1)</sup>).

Es ist hiernach leicht sich vorzustellen, dass die Fettmassen im Darmrohr einen Reiz auf die in der Darmwand eingelagerten Lymphzellen ausüben, dass diese auf einen solchen Reiz hin vermöge der Contraktilität ihres membranlosen Zellkörpers durch das Epithel durchschieben, Fettkörperchen in ihr Inneres aufnehmen und so das Fett aus dem Darne entfernen.

Sehen wir nun zu, welchen Aufschluss uns Mikroskop und Experiment über diese Verhältnisse geben.

Als Versuchsthiere kamen ausschliesslich Frösche zur Verwendung; die Bemerkung Arnsteins, dass diese wenig geeignete Versuchsobjekte seien, weil die Aufnahme von Fett, wenn überhaupt, so nur in minimalen Mengen und sehr langsam erfolge, konnte nicht bestätigt werden. Vielmehr zeigten sich die Dünndarmpartien der durch Einführung von Fettstückchen in den Oesophagus gefütterten Frösche durchschnittlich 7 bis 9 Stunden nach der Fetteinführung stark mit Fett gefüllt. Die Resorption war schon früher in Gang, schien jedoch, wie ein Vergleich der in den verschiedensten Stadien — von 2 bis 48 Stunden — nach der Fütterung getödteten Thiere ergab, nach dieser Frist am energischsten vor sich zu gehen.

Frösche wurden hauptsächlich aus dem Grunde zu den Untersuchungen benutzt, weil die Strukturverhältnisse bei diesen Thieren bei Weitem durchsichtiger und einfacher sind, als bei Kaninchen, Meerschweinchen u. dergl. Ausserdem bietet der Darm von Fröschen insofern ein bequemerer Untersuchungsobjekt, als die Anfertigung mikroskopischer Schnitte der Schleimhautfältchen<sup>2)</sup> leichter vor sich geht, als der schwer zu schneidenden kegelförmigen Zotten der genannten Thiere.

1) Vgl. M. Foster, Lehrb. der Physiologie; deutsch von Kleinberg 1881; Einleitung p. 1—8.

2) Das Resorptionsfeld im Dünndarm des Frosches wird von zahlreichen Schleimhautfalten gebildet; streng genommen darf man daher bei diesen nicht von Darmzotten sprechen; da die Falten sich jedoch auf dem Querschnitt dem Beobachter als Zotten präsentiren, sei in der Folge dieser ungenauere, aber üblichere Ausdruck gestattet.

Sämmtliche unmittelbar nach erfolgter Tödtung der Thiere aus denselben entnommene Dünndarmschlingen wurden der Länge nach aufgeschnitten und zur Schwarzfärbung der eingedrungenen Fettkügelchen kurze Zeit in Ueberosmiumsäure gelegt, alsdann mit Wasser abgespült und in absolutem Alkohol gehärtet. An so behandelten Darmstückchen liessen sich ohne Mühe hinreichend feine Schnitte ausführen. Behufs Tingirung der Zellkerne wurden die mikroskopischen Schnitte einige Minuten in Hämatoxylinlösung gefärbt und kamen in Glycerin gebettet zur Untersuchung. Die Behandlung der Darmstücke war sonach im Wesentlichen der von Zawarykin zur Anwendung gebrachten Methode analog.

An so präparirten Darmzotten liessen sich folgende Einzelheiten wahrnehmen: die in regelmässiger Anordnung nebeneinander stehenden Epithelzellen der Zotten erhielten durch die eingedrungenen Fettpartikelchen eine dunklere Färbung. Bei Thieren, deren Darm untersucht wurde, nachdem das Fett noch nicht lange in demselben verweilt hatte, die Resorption somit eben begonnen hatte, nahm die durch die Fettmoleküle bedingte dunkle Färbung nur einen schmalen, dem Basalrande anliegenden Saum der Zellen ein; war den Fettkügelchen hinlänglich Zeit gelassen, weiter vorzudringen, so bemerkte man sie auch in den tieferen Partien der Cylinderepithelien und unterhalb der Epithelialschicht im adenoïden Maschenwerk der Zotte. Das Fett trat in verschiedener Gestalt auf: neben ganz feinen, kaum sichtbaren, punktförmigen Fetttheilchen liessen sich vielfach kleinere und grössere Fetttröpfchen erkennen, welche manchmal eine ansehnliche Grösse erreichten. — An Stellen der Epithelzellen, in welchen sich Fett noch nicht vorfand, liess sich erkennen, dass das gelbliche Protoplasma eine sehr feine Granulirung zeigte. Die durch Hämatoxylinlösung intensiv gefärbten und dadurch deutlich in die Augen springenden Zellkerne waren während der Resorption auffallend gross, sie nahmen fast die ganze Breite der Zelle ein, zeigten jedoch nie Spuren von Fett. Ueber den Basalrand war nichts Neues zu eruiren; die vielgedeutete doppelte Contour liess sich unschwer erkennen. An einigen Objekten hatte der Basalrand ein zerfasertes Aussehen: kurze, nach verschiedenen Seiten hin divergirende stäbchen- oder cilienartige Fortsätze ragten aus den Zellen hervor; zwischen ihnen liessen sich winzige Fettkörnchen beobachten. Diese — allerdings nur in wenigen Fällen ermittelte — Erschei-

nung dürfte dem oben erwähnten, von v. Thanhoffer und Wiedersheim verfolgten Phänomen analog sein, indem durch die fixirende Wirkung der Ueberosmiumsäure die während des Lebens lebhaft sich bewegenden, protoplasmatischen Fortsätze des Zellinhaltes in ihrer momentanen Stellung erstarrten.

Von Interesse musste es nun sein, über das Vorkommen der Lymphzellen Auskunft zu erhalten. Es war keineswegs immer sehr leicht, dieselben zu Gesicht zu bekommen; durch die Fettmoleküle wurde das ganze Präparat so verdunkelt, dass es äusserst feiner Schnitte bedurfte, um die fraglichen Details in genügender Klarheit vor sich zu haben. Am ehesten waren die Lymphzellen im adenoïden Maschenwerk der Zotten zu erkennen, wenn dasselbe sich noch nicht mit Fett beladen hatte: hier erschienen sie als glänzende Körperchen mit granulirtem Protoplasma und schönem, grossen Kerne. Sie traten in wechselnder Grösse und Form auf: es waren neben sehr kleinen, aus Kern und sehr schmalen Protoplasmaring bestehenden Leucocyten, solche vorhanden, welche an Umfang das drei- und vierfache jener betrugen. Viele von ihnen zeigten annähernd kugelförmige Gestalt, andere waren mehr elliptisch geformt, wieder andere waren nach einer oder mehreren Richtungen hin ausgezogen; kurz, es liessen sich die mannigfaltigsten Form- und Grössenunterschiede constatiren. Schon etwas complicirter, als im lockeren Gewebe des Zottenparenchyms lagen die Verhältnisse in der Epitheldecke der Zotten. Hier trat die Differenz zwischen dem Protoplasma der Epithel- und dem der Lymphzellen weit weniger zu Tage. Erleichtert wurde das Auffinden der Lymphzellen aber dadurch, dass ihre durch die Tinktion gut hervortretenden Kerne sich von denen der Epithelzellen wohl unterscheiden liessen: die der letzteren waren stets von beträchtlicherer Grösse und erschienen durchgängig in derselben Höhe des Epithelstratum, während die viel kleineren und unregelmässigeren Kerne der Leucocyten in allen Regionen des epithelialen Ueberzuges anzutreffen waren. War so einmal die Aufmerksamkeit auf die Kerne der Leucocyten gelenkt, so war es auch meist leicht, das Protoplasma der letzteren in seinem ganzen Umfange von dem der Cylinderepithelien abzugrenzen. Es zeigte stets einen helleren mehr strohgelben Farbenton und wies auch eine grobkörnigere Granulirung auf, als das stets sehr fein granulirte Protoplasma des Epithels.



Runde Leucocyten wurden im Epithelialstratum viel spärlicher angetroffen, als im unterliegenden Gewebe; fast ausnahmslos zeigte sich ihr Protoplasma nach der einen oder anderen Richtung oder auch nach mehreren Seiten hin in einen, allmählich sich verjüngenden Fortsatz ausgezogen. Diese Fortsätze zogen sich, wie sich dies manchmal sehr deutlich nachweisen liess, eine Strecke weit zwischen zwei aneinander stossenden Epithelzellen hin. Hierin ist eine Bestätigung der Stöhr'schen Beobachtung zu erblicken, wenn auch freilich manchmal eine sichere Entscheidung, ob die Leucocyten zwischen den Epithelzellen oder in der Substanz der letzteren eingebettet waren, schwer zu fällen war, da sich die Contouren der sie begrenzenden Epithelzellen nicht immer scharf von dem Zellkörper der Leucocyten abhoben.

Während nun die lymphoiden Zellen sich in grosser Anzahl im subepithelialen Gewebe fanden, zeigten sie sich schon spärlicher, immerhin jedoch noch in stattlicher Menge, zwischen den Spitzen der Cylinderzellen, nahmen aber gegen das an das Darm-lumen stossende basale Ende beträchtlich ab, so dass sie hier nie in Haufen, sondern nur vereinzelt zu erblicken waren. Mehrmals erschienen zwei und mehrere Lymphzellen hintereinander gereiht zwischen den Epithelien.

Aus dem Angeführten erhellt, dass ich die Mittheilungen Zawarykins über das Vorkommen der Lymphzellen in dem epithelialen Belag der Darmzotten durchweg zu bestätigen vermag; ebenso fand ich sie im Epithel der Lieberkühn'schen Drüsen, im faserigen Bindegewebe der Submucosa und zwischen rothen Blutkörperchen in den Gefässen der Zotten.

Durch die nach Ueberosmiumsäurebehandlung hervorgerufene intensive Schwarzfärbung der Fettkügelchen liessen sich diese in dem Protoplasma der Leucocyten gut erkennen, was ohne diese Methode bei der erwähnten Granulirung der Zellen jedenfalls Schwierigkeiten verursacht haben würde<sup>1)</sup>. Die eingedrungenen

---

1) Um ganz sicher zu gehen, musste der Nachweis geführt werden, dass die in Epithelzellen und Leucocyten während der Resorption auftretenden, sich durch Ueberosmiumsäure tiefschwarz färbenden Punkte in der That Fettpartikelchen seien. Zu diesem Zwecke wurde ein Darmstück, dessen Zotten im Zustande der Resorption waren, in Schwefeläther gelegt, ein Stück desselben Darmes in Ueberosmiumsäure. Während nun in letzteren, wie oben

Fetttheilchen hatten sich ohne erkennbare regelmässige Anordnung in den Lymphzellen eingelagert. Es fanden sich solche, in denen das Fett nur in wenigen abzählbaren Tröpfchen vorhanden war; andere, bei denen die Fettkügelchen eine Zone um den Kern herum bildeten; wieder andere, deren ganzes Protoplasma von dem fein vertheilten Fett imprägnirt war. Die Mehrzahl der Zellen wies jedoch gar kein freies Fett auf, sondern erschien in gelber Farbe mit deutlicher Körnung ohne Fettpartikelchen. Von letzteren nimmt Zawarykin an, dass sie auf der Wanderung zum Darne hin begriffen seien, um sich dort mit Material zu beladen, während die anderen centripetal dem Chylusgefäss der Zotten zustreben sollen.

Auf welche Weise die Fettkügelchen in die Leucocythen gelangen, lässt sich nicht mit voller Sicherheit sagen. Es ist jedoch sehr wohl denkbar, dass sie von den pseudopodienartig ausgestreckten, interepithelialen Fortsätzen der Lymphzellen ergriffen und in den Zellenleib der letzteren befördert werden. Da aber gegen eine sehr energische amöboide Bewegung der lymphoïden Zellen der Umstand sprechen dürfte, dass sie, zwischen Epithelzellen gleichsam eingekeilt, diese nur mit Mühe auseinander drängen und nur langsam die zur Nahrungsaufnahme erforderlichen Formveränderungen vollziehen können, erklärt sich hinreichend die Wahrnehmung, dass das Fett in ihnen constant sehr spärlich vorhanden ist im Gegensatz zu der massenhaften Aufnahme, wie sie in den Epithelzellen stets beobachtet wurde.

Es ist hiernach das Eintreten von Fetttheilchen in die lymphoïden Zellen als ein mehr zufälliges und für den Akt der Fettresorption unwesentliches Moment zu bezeichnen. Eine Bekräftigung findet diese Schlussfolgerung noch durch folgende Thatsachen:

---

beschrieben, die Zellen mit schwarzen Fettkörnchen sich imprägnirt zeigten, fehlte in den mit Aether behandelten Abschnitten, wenn sie abgespült, in Unterosmiumsäure gelegen hatten, jede Spur von Fett; der Aether hatte es aufgelöst und extrahirt.

Die körnige Beschaffenheit der Zellen blieb in beiden Fällen zu sehen; zugleich zeigte diese Methode deutlich, dass das in den Lymphzellen eingelagerte Fett im Vergleich zu dem in die Epithelzellen eingedrunghenen sehr spärlich vorhanden war.

Zur Entscheidung der Frage, ob die lymphatischen Elemente innerhalb der Darmwand gerade während der Resorption der Fette besonders charakteristische Eigenschaften aufweisen, musste ermittelt werden, ob andere Verdauungszustände oder Hunger Aenderungen in ihrem Verhalten einzuleiten im Stande seien. Zu diesem Zwecke wurde mehreren Fröschen Muskelfleisch eingeführt, aus welchem das Fett durch längeres Erwärmen mit Aether entfernt war. Dem Fleische noch anhaftende Aethertheilchen wurden durch sorgfältiges Abspülen mit Wasser beseitigt, um jegliche Reizung der Darmwand durch Aether zu vermeiden. Die Dünndarmabschnitte der so gefütterten Frösche wurden genau in derselben Weise präparirt, wie oben bei den fetthaltigen Darmstückchen angegeben. Die mikroskopische Durchmusterung ergab nun, dass die Lymphzellen in ihrem Verhalten keine wesentlichen Abweichungen von den in fetthaltigen Zotten beobachteten zeigten: dieselben interepithelialen Fortsätze liessen sich nachweisen, eine Beobachtung, auf Grund welcher die Annahme aktiver Bewegungsfähigkeit der Leucocyten im lebendigen Darne Berechtigung hat; jedenfalls spricht die grosse Mannigfaltigkeit in der Form der Zellen nicht für einen Zustand physiologischer Ruhe. Auch waren die Leucocyten, was wohl als wesentlicheres Moment hervorgehoben zu werden verdient, keineswegs in geringerer Anzahl vorhanden, als bei den mit Fett gefütterten Versuchsthieren, was man erwarten könnte bei der Voraussetzung, dass ihnen ausschliesslich die Funktion der Fettüberführung zukomme. Fettkörnchen waren bei ihnen auch bei Färbung mit Ueberosmiumsäure ebensowenig nachzuweisen, wie in den Epithelzellen, wohl aber trat in ersteren die oben erwähnte Granulirung hervor. Aehnliche Verhältnisse waren auch in den Darmzotten von Thieren nachzuweisen, welche keine Nahrung aufgenommen hatten. Es zeigen somit die lymphoïden Elemente der Zotten während der Fettresorption nur die eine charakteristische Eigenschaft, dass in ihrem Protoplasma spärliche, feine Fettkügelchen suspendirt sind.

Soweit beziehen sich die angestellten Untersuchungen auf die Lymphzellen des Intestinaltrakts. Zur Feststellung eines etwaigen Zusammenhanges zwischen Fettresorption und Lymphzellen bietet jedoch der Darmkanal nicht das reinste Versuchsfeld, da die Leucocyten den anderen Organen desselben, vor Allem den Cylinder-epithelien, gegenüber, zu sehr zurücktreten und sich eine sichere

Entscheidung über ihre Bedeutung füglich nicht fällen lässt. Es kam somit darauf an, zu ermitteln, ob an Stellen, wo die Lymphzellen in grösserer Menge auftreten und wo sie anderen Elementen gegenüber mehr in Vordergrund treten, als im Darme, sich etwa eine ausgesprochene Affinität derselben zu den Fetten erweisen liess. In der Absicht, dies zu entscheiden, wurden in den dorsalen Lymphsack mehrerer Frösche feine Holzstäbchen eingeführt, welche mit einer äusserst dünnen Fettschicht überzogen waren; gleichzeitig wurde in den Magen derselben Thiere eine Quantität Fett hineingebracht. Als die Thiere vier Tage nach dieser Procedur getödtet wurden, zeigte sich, dass die in den Magen eingeführte, verhältnissmässig grosse Menge Fett im Dünndarm resorbirt war, das an dem Holzstäbchen im Lymphsack jedoch eine kaum wahrnehmbare Verringerung erfahren hatte. Dem Fettstäbchen anhaftende Lymphzellen hatten sich zum Theil mit Fett gefüllt; einige enthielten nur wenige, genau abzählbare Fettkörnchen in ihrem Protoplasma. Bei den meisten liess sich jene mannigfaltige Formverschiedenheit constatiren, welche auch die in der Darmwand angetroffenen Lymphzellen charakterisirte. Die Lymphzellen des dorsalen Lymphsackes verhielten sich somit im Wesentlichen dem Fett gegenüber in gleicher Weise, wie die des Darmes: die Contractilität ihres Protoplasmas befähigt sie, in ihrer Nähe befindliche Fettkügelchen aufzufangen. Allein von einer specifischen Affinität zwischen Lymphzellen und Fett kann nicht gesprochen werden, da sie in gleicher Weise andere Substanzen ihrem Protoplasma entweder ganz, oder allmählich stückweise einverleiben; so entdecken wir oft — wie bekannt — Zinnoberkügelchen in ihnen, ferner Pigmentkörnchen, Bacterien; so vermögen sie auch grössere Fremdkörper allmählich aufzulösen und zu resorbiren, wie Ligaturfäden, Drainageröhren, necrotische Gewebsstücke u. s. f.<sup>1)</sup>

---

1) Bei dieser Gelegenheit sei es gestattet, eine kleine Digression zu machen und auf Untersuchungen hinzuweisen, welche zu Gunsten der Annahme sprechen, dass den weissen Blutkörperchen im Organismus die Rolle zuertheilt ist, Fremdkörper zu entfernen und, wo es sich um eingedrungene, parasitäre Mikroorganismen, speciell die perniciosen Schizomyceten handelt, deren Lebensenergie und Entwicklungsfähigkeit herabzusetzen.

Gesunden Kaninchen wurden einige Tropfen lebendige Bacterien enthaltender Flüssigkeit injicirt: regelmässig manifestirte sich die deletäre Wirkung der Spaltpilze in rasch auftretenden, fieberhaften Temperatursteigerun-

Nach allen diesen Beobachtungen ist das Eintreten von Fetteitheilen in die lymphoiden Zellen als ein für den Akt der Re-

gen, welche bei wiederholten Injectionen jedesmal anstiegen. Wurden hingegen die Injectionen in künstlich erzeugte, circumscripte Entzündungsheerde, in denen es zu einer massenhaften Auswanderung weisser Blutkörperchen gekommen war, vorgenommen, so fehlte in vielen Fällen jegliche Temperatursteigerung, in den meisten erreichte sie nicht den excessiv hohen Grad, wie bei der Injection in normales Gewebe, und nur vereinzelt stieg die Temperatur der Thiere bis zu dieser Höhe.

Der bei diesen Versuchen erzielte Erfolg der Fieberlosigkeit könnte verschiedene Ursachen haben, die von mir demnächst der Reihe nach experimentell geprüft werden sollen. Die ansprechendste Erklärung scheint mir die seit Jahren schon von Pflüger in seinen Vorlesungen über Physiologie und von Nussbaum in der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde vom 21. Januar 1884 gegebene zu sein, dass bei der Entzündung durch die Auswanderung weisser Blutkörperchen eine Lymphdrüse geschaffen sei, die, wie jede normale Lymphdrüse, geformten Elementen den Durchgang wehre. Natürlich wird es in jedem einzelnen Falle auf die Energie und Zahlenverhältnisse der in Aktion tretenden Elemente ankommen. Es ist denkbar, dass andere Bacterien bei demselben Thiere nicht aufgehalten werden. Es ist denkbar, dass krankhafte Störungen im Organismus einen in gesunden Tagen sicher auftretenden Schutz nicht mehr gewähren, wie ein Uebermass der einwirkenden Parasiten es trotz der Auswanderung weisser Blutkörperchen zu einer Infektion wird kommen lassen können.

Wir stellen uns demgemäss vorläufig vor, dass die weissen Blutkörperchen bei der Entzündung die Aufgabe lösen, Fremdkörper von dem Eindringen in den Blutstrom abzuhalten, indem diese, sobald sie reizend wirken, entweder von dem Leibe der Lymphzellen aufgenommen — Bacterien —, oder, wie es bei reizenden Sequestern beobachtet wird, einem Schmelzungsprocess entgegengeführt werden. Bei der Incorporirung von Bacterien wird es auf die geringere oder stärkere Lebensenergie von Lymphzellen oder Bacterien ankommen, sowie auf die relative Zahl, welche Theile im Kampfe unterliegen.

Wir finden von diesem Gesichtspunkte aus auch die Application von Reizmitteln eine zweckmässige Medication. Die reizenden Substanzen, seien sie chemischer oder thermischer Natur, steigern durch ihre Einwirkung die Entzündung, d. h. sie führen an den Ort des applicirten Reizes eine grössere Zahl von Lymphzellen hin. So wird eine torpide, chronische Entzündung durch Reizmittel in heftige Entzündung übergeführt, und die bei dieser Gelegenheit gesammelten zahlreichen weissen Blutkörperchen sind im Stande, die die chronische Entzündung unterhaltenden Schädlichkeiten zu eliminiren. Es folgt deshalb Heilung, während die bei der chronischen Entzündung aus-

sorption unwesentliches Moment zu bezeichnen. Vielmehr stellen die zahllosen Cylinderepithelien die allein thätigen Or-

wandernde geringere Zahl von weissen Blutkörperchen die als Entzündungsreiz wirkenden Fremdkörper, welcher Natur sie auch seien, nicht zu bewältigen im Stande waren, und in Folge dessen die Entzündung den Charakter der schleichenden annahm.

Wir sind nicht geneigt, den Lymphkörperchen eine Rolle bei der Neubildung der Gewebe oder bei der Narbenbildung zuzusprechen, sondern stellen uns auf die Seite derer, welche jede Neubildung von den fixen Gewebszellen ausgehen lassen. Ein starkes Argument hierfür neben dem positiven Nachweis am Objekt der höheren Thiere selbst, dürfte aus dem Vergleich der Neu- und Narbenbildung bei Pflanzen zu entnehmen sein, bei denen die vielgestaltigen und zu den verschiedensten Verrichtungen hypostasirten Lymphzellen nicht einwirken können.

Zur Demonstration der Fähigkeit der Lymphzellen, Bakterien in sich aufzunehmen, wurde folgender Versuch angestellt.

Eine kleine Quantität bakterienhaltiger Flüssigkeit wurde in die vordere Augenkammer eines Kaninchens injicirt. Nach 24 Stunden wurden einige Tropfen anscheinend klaren humor aq. entleert. In diesem befanden sich amöboïd bewegliche Lymphkörperchen und Stäbchenbakterien. Letztere waren entweder frei und beweglich oder den Lymphzellen angelagert und ruhend, sie fanden sich auch innerhalb der weissen Blutkörperchen. Dieser Befund ist nur so zu erklären, dass auf den durch die Mikroparasiten gesetzten Reiz hin weisse Blutkörperchen auswanderten, sich derselben zum Theil bemächtigten und ihnen durch irgend welche, sich in ihrem Protoplasma abspielende chemische Processe vernichteten.

Bei jeder Infection scheint sich derselbe Vorgang abzuwickeln: den eingedrungenen specifischen Organismen stellen sich zahlreiche Lymphkörperchen entgegen, welche die Aufgabe haben, den Kampf mit dem krankmachenden Agens aufzunehmen. Gelingt es ihnen, den Bakterien die nöthigen Existenzbedingungen zu rauben, so ist die Gefahr vom Organismus abgewandt; vermögen sie dieselben in ihrer Entwicklungsfähigkeit nicht aufzuhalten, so treten alsbald die Symptome der specifischen Erkrankung in die Erscheinung.

Auch scheint die bisher nicht genügend aufgeklärte Thatsache, dass gesunde Granulationen eine grosse Resistenzfähigkeit gegen die Invasion der Mikroorganismen besitzen, durch die angeführten Momente hinreichende Erklärung zu finden.

Eine eingehende Schilderung der hier nur ganz flüchtig angedeuteten Verhältnisse behalte ich mir bis auf Weiteres vor. — Bemerkt sei noch, dass auch E. Metschnikoff (Untersuchungen über die mesodermalen Phagocyten einiger Wirbelthiere. Biolog. Centralbl. Bd. III, No. 18, 1883) Septicaemiebacillen im Innern weisser Blutkörperchen beobachtete und den Schwerpunkt der Entzündung im Kampfe der Phagocyten gegen den festen, krankheitserregenden Stoff sieht.

gane bei der Resorption dar. Ihr kontraktiles Protoplasma sendet die von v. Thanhoffer und Wiedersheim in lebhafter Thätigkeit gesehenen und von mir im Zustande der Erstarrung angetroffenen, faserartigen Fortsätze aus, wodurch die Fettkügelchen ergriffen und in das Innere der Epithelzellen befördert werden. Dabei scheinen die Fettkörnchen die ihnen ertheilte Richtung noch eine Weile innezuhalten und im Protoplasma ihren Weg noch eine Strecke weit zu verfolgen. Jedenfalls spricht hierfür eine Beobachtung, die ich an einer grossen Anzahl von Präparaten ohne Mühe zu machen im Stande war: die in das Innere der Zellen gelangten Fettpartikelchen erschienen nämlich in Reihen hintereinander angeordnet; manchmal liessen sich in einer Zelle mehrere solche, unter einander parallele Reihen erkennen. Friedreich<sup>1)</sup>, der dies Verhalten ebenfalls beobachtete, glaubte, dass die Basalstreifen der Epithelzellen (Köl liker) sich durch den Zellinhalt fortsetzten und ein System unmessbar feiner Capillarröhrchen darstellten, in welchen ein „die Resorptionsrichtung der molecularen Niederschläge bestimmendes Strassensystem“ gegeben sei.

In Wirklichkeit dürfte die beobachtete Erscheinung nur eine Folge der Thätigkeit der cilienartigen Protoplasmafasern sein, indem die durch dieselben in die Zotten beförderten Fetttheilchen noch eine Strecke weit die ihnen gegebene Richtung innehalten und so in reihenförmiger Anordnung erscheinen.

---

1) Friedreich, Einiges über die Struktur der Cylinder- und Flimmer-epithelien. Virch. Arch. Bd. XV, 1858.